TOPSwitch-FX 系列单片机开关电源

TOPSwitch-FX 系列单片机电源集成电路，可广泛应用于各种通用及专用开关电源、待机电源、开关电源模块中。

一、能进行外部限流的 12V、30W 开关电源

由 TOP234Y 构成 12V、30W 高效开关电源的电路如图 1 所示。其交流输入电压范围是 AC85～265V，满载时电源效率可达 80%。交流电压 u 依次经过电磁干扰（EMI）滤波器（C10，L1）、输入整流滤波器（BR，C1）获得直流高压 UI。UI 经过 R1 和 R2 分压后接 M 端，能使极限电流随 UI 升高而降低。R1 可提供电压前馈信号，当 UI 偏高时能自动降低最大占空比，以减小输出纹波。R2 为电流极限设定电阻，所设定的 Ilimit≈0.7Ilimit=0.7×1.5A=1.05A，略高于低压输入时的峰值电流 Ip 值。这里将系数取 0.7 是考虑到 TOP234Y 在宽范围输入时，最大连续输出功率 Pom=45W,而实际输出功率 P'om=30M，即 P'om/Pom=30/45=0.67≈0.7。采用这种设计方法允许高频变压器选用尺寸较小的磁芯，通过增加初级电感量 Lp 来降低 TOP234Y 的功耗，并防止出现磁饱和现象。此外，由于采用了降低 Dmax 的电压前馈技术即使输入电压 UI 和初级感应电压 UOR 较高，开关电源也能正常工作。它允许使用成本的 R，C，VD 型漏极钳位电路（R3，C7，VD1），以替代价格较高的 TVS（瞬态电压抑制器）、VD 型钳位电路，用于吸收在 TOP234Y 关断时由高频变压器漏感产生的尖峰电压，对漏极起到保护作用。

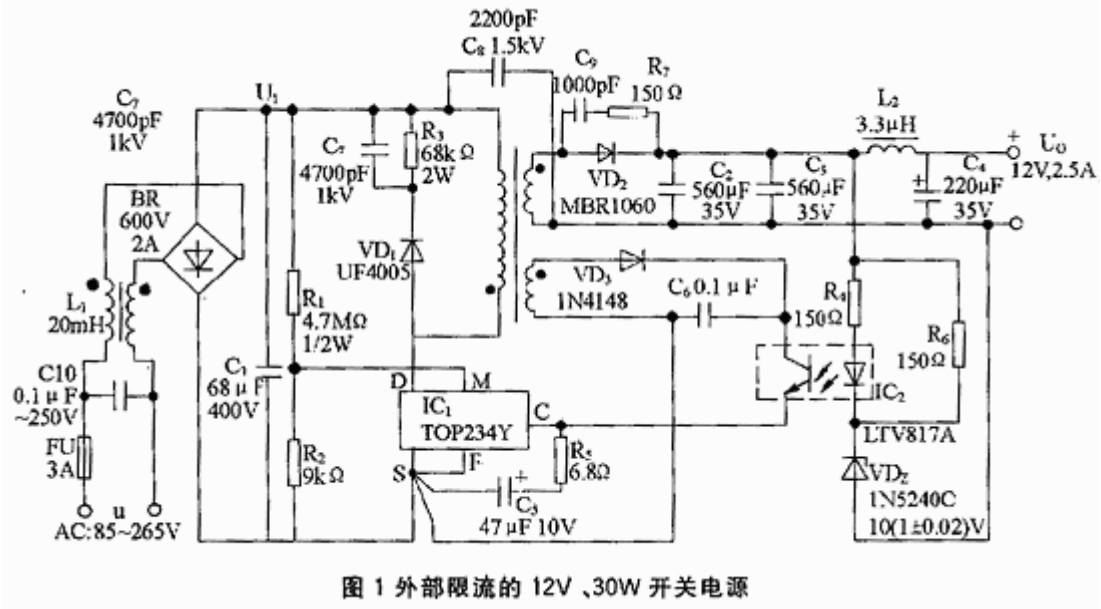

图 1 外部限流的 12V 、30W 开关电源

次级电压经过 VD2，C2，C3，L2 和 C4 整流滤波后，获得+12V、2.5A 的稳压输出。为减小整流管的损耗，VD2 采用 MBR1060 型 10A/60V 肖特基二极管。C9 和 R7 并联在 VD2 两端，能防止 VD2 在高频开关状态下产生自激振荡（振铃）。当开关电源空载时，TOPSwitch-FX 能采用跳过周期的方式进一步降低最大输出占空比，使得 Dmax<1.5%，因此，在输出端无须接假负载，这样还可降低空载或待机状态下的功耗。

该电源采用带稳压管的光耦反馈电路。IC2 为 LTV817A 型线性光耦合器。VDZ 采用 1N5240C 型稳压管，其稳定电压 Uz=10（1±0.02）V。光耦中 LED 的正向压降 UF≈1V.输出电压由下式确定：Uo=Uz+UF+UR4

现将其稳压原理分析如下：

当由于某种原因致使 Uo↑，Uo>U2+UF+UR4 时，所产生的误差电压 Ur'=Uo-（Uz+UF+UR4）就令 LED 的 IF↑，经过光耦后，接收管的 IE↑，使得控制端电流 Ic↑，而占空比 D↓，导致 Uo↓，为而实现了稳压目的。反之，Uo↓→IF↓→IE↓→Ic↓→D↑→Uo↑，同样起到稳压作用。

1N5240C 的稳定电流典型值为 20mA，取 R4=150Ω时只能供给 6.7mA 的电流，进一步增加电阻值会受到 LED 工作电流 IF（通常为 3.5～7mA）的限制。为此，另由电阻 R6 提供 13.3mA 的工作电流，使 VDz 的稳定电流 Iz=3.7mA+13.3mA=20mA，其稳压特性也得到了改善。反馈绕组电压经过 VD3 和 C6 整流滤波后，产生 12V 的反馈电压，经过 IC2 给 TOP234Y 的控制端提供偏压。C5 是旁路电容，它还与 R5 构成控制环路的补偿电路。

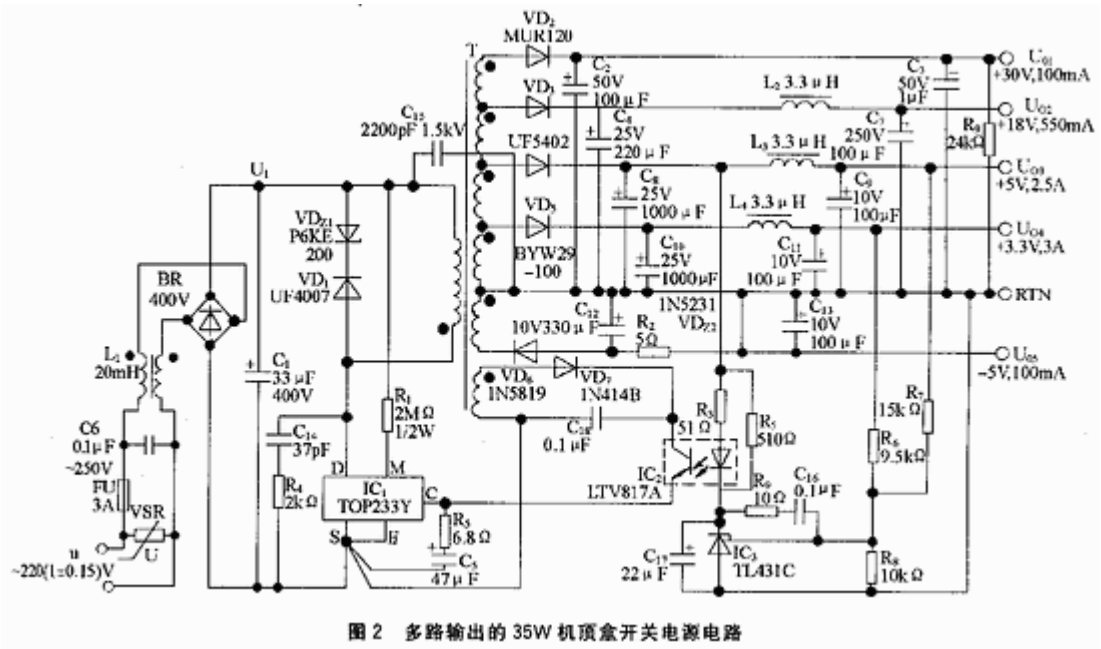

图 2　多路输出的 35W 机顶盒开关电源电路

二、多路输出的 35W 机顶盒开关电路

具有 5 路输出的 35W 机顶盒开关电源电路如图 2 所示。这 5 路电压分别为：Uo1(+30V,100mA)，Uo2(+18V,550mA)，Uo3(+5V，2.5A)，Uo4（+3.3V，3A)，Uo5(-5V,100mA)。其中，+5V 和+3.3V 作为主输出，其余各路均为辅输出。当交流输入电压 u=220(1±0.15)V 时，总输出功率达 38.5W；若采用宽范围电压输入（u=85～265V AC）,总输出功率就降成 25W，可用作机顶盒（Set-top Box)、录像机（VCR)、摄录像机（CVCR）和 DVD 中的开关电源。该电源采用 3 片 IC：TOP233Y（IC1），光耦合器 LTV817A（IC2）；可调式精密并联稳压器 TL431C（IC3）。为减小高频变压器体积和增强磁场耦合程度，次级绕组采用了堆叠式绕法。由 R4 和 C14 构成的吸收回路可降低射频噪声对电视机等视频设备的干扰。必要时还可将开关频率选择端（F）改接控制端（C），选择半频方式，以进一步降低电视机对视频噪声的敏感程度。

R6，R7 和 R8 为比例反馈电阻，使 5V 和 3.3V 电源按照一定的比例进行反馈，这两路输出的负载调整率均可达±5%。R9 和 C16 构成 TL431C 的频率补偿网络。C17 为软启动电容，取 C17=22μF 时可增加 4ms 的软启动时间，再加上本身已有 10ms 的软启动时间，总共为 14ms。其余各路输出未加反馈，输出电压均由高频变压器的匝数比来确定。因-5V 电源的输出功率很低，现通过电阻 R2 和稳压管 VDz2 进行电压调节。R9 是+30V 输出的假负载，它能降低该路的空载及

轻载电压。鉴于 5V，3.3V 和 18V 电源的输出功率较大，三者都增加了后级 LC 滤波器（L3 和 C9，L4 和 C11，L2 和 C7），以减小输出纹波电压。

TOP233Y 具有频率抖动特性，这对降低电磁干扰很有帮助。另外，再合理地选择安全电容 C15 和 EMI 滤波器（C6，L1）的元件值，就能使开关电源产生的电磁辐射达到 CISPR22（FCCB）国际标准。将 C15 的一端接 U1 的正极，能把 TOP233Y 的共模干扰减至最小。须要指出，C15 和 C6 都称作安全电容，区别只是 C15 接在高压与地之间，能滤除初、次级耦合电容产生的共模干扰，在 IEC950 国际标准中称之为“Y 电容"。C6 则接在交流电源进线端，专门滤波电网线之间的串模干扰，被称作“X 电容”。

为承受可能从电网线窜入的雷击电压，在交流输入端还并联只标称电压 U1mA=275V 的压敏电阻器 VSR。U1mA 表示当压敏电阻器上通过 1mA 的直流电流时，元件两端的电压值。

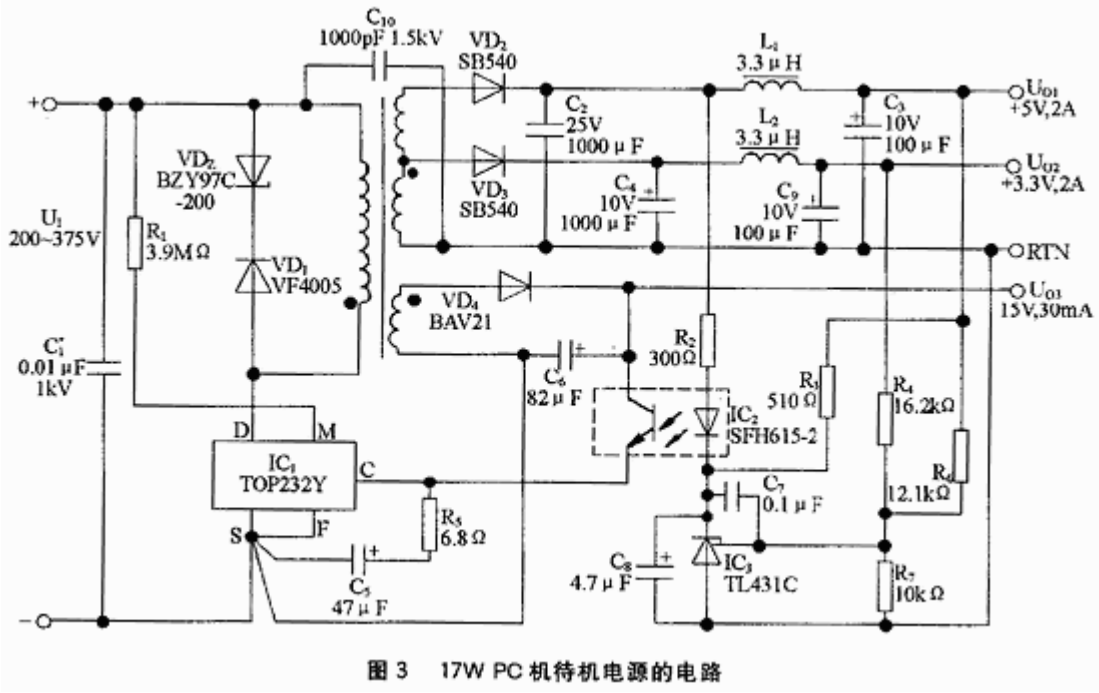

图 3　17W PC 机待机电源的电路

三、5V 和 3.3V 输出的 17W PC 待机电源

能提供 5V，2A 和 3.3V，2A 两路主输出的 PC 机待机电源电路如图 3 所示。该电源还以最低成本增加了 15V，30mA 的辅输出。电路中使用一片 TOP232Y 型单片机开关电源，总输出功率为 17.05W。直流输入电压的范围是 200～375V。亦可选 220/110V AC 固定输入电压，只须接入整流滤波器，而无须加输入倍压器对 110V AC 进行倍压整流。该设计充分发挥了 TOP232Y 的软启动、欠压保护、严格的限流特性和开关频率高等优良特性，使得高频变压器可选 EE19 型磁芯。此外，由于 TOP232Y 增加了高压漏极端与低压端的间距，减小了引脚之间的漏电，因此电源能在较恶劣的环境下使用。C1 为直流高压的高频退耦电容，当 U1 与待机电源距离很近时可省去 C1。线路检测电路 R1 用于设定欠压值 UUV。取 R1=3.9MΩ时，UUV=IUV·R1=50μA×3.9MΩ=UI>195V DC 时，才重新接通电源。

反馈绕组电压经过 VD4 和 C6 整流滤波后产生 15V 的反馈电压，一方面作为+15V 输出（未与初级隔离），另一方面还经过光敏三极管给 TOP232Y 的控制端提供偏压。R4，R6 和 R7 均为取样电阻，用来检测 3.3V 和 5V 输出电压的变

化量。R2 是 LED 的限 TL431C 提供偏流。C8 为软启动电容，能消除刚接通电源时产生的电压过冲现象。空载时利用 TOP232Y 跳过周期的特性，可以满足 PC 机待机电源低功耗的指标。